

# ‘WIPI’ 모바일 콘텐츠 시장 활성화의 ‘침병’

## KTF 등 이통사업자 상용서비스 개시 … 신규 콘텐츠 개발 가속화 기대

이동통신사업자인 KTF가 지난달 16일 국내 무선인터넷 표준 플랫폼인 WIPI 상용서비스를 시작하면서 본격적인 WIPI 시대가 개막됐다. 이번 KTF의 WIPI 서비스 개시는 국내 콘텐츠 제공업체와 단말기 제조업체의 중복투자 방지와 콘텐츠, 단말기 개발 용이, 가입자들에게 제공하는 타사 가입자와의 네트워크 게임, 채팅, 메신저 등과 같은 양방향 네트워크 서비스 가능 등의 측면에서 향후 국내 모바일 콘텐츠 시장에 적지 않은 변화를 가져올 전망이다. 향후 콘텐츠 시장의 흐름을 전망하기 이전에 WIPI의 개요와 특징, 앞으로의 과제 등에 대해 살펴봤다.

글 / 한국소프트웨어진흥원 인터넷콘텐츠사업팀 이상타 선임

WIPI(Wireless Internet Platform for Interoperability) 규격의 기술적 배경은 이동통신 3사를 중심으로 한국통신기술협회, 전파연구소, 전자통신연구원(ETRI) 등이 모여 2001년 9월초에 발표한 ‘표준 플랫폼에 대한 이동통신 3사의 요구 사항’을 만족하도록 만들어졌다.

이 요구 사항 문서는 기존에 서비스되고 있는 다양한 플랫폼들의 장점들을 수용하며 차세대 서비스에 필요한 기능을 추가했고, 기존 플랫폼의 단점들을 보완하도록 요구하고 있다. 때문에 WIPI 규격은 이동통신 단말기(이하 단말기)에 탑재돼 응용 프로그램을 수행할 수 있는 환경을 제공하는 모바일 표준 플랫폼 규격(이하 플랫폼 규격)을 정의하고 있다. 규격을 만족하는 모바일 플랫폼(이하 플랫폼)은 단말기용 응용 프로그램 개발자에게는 플랫폼 간 콘텐츠 호환성을 보장하고, 단말기 개발자에게는 플랫폼의 이식의 용이성을 제공하며, 일반 이용자에게 다양하고 풍부한 콘텐츠 서비스의 제공을 목적으로 하고 있다.

### 한국무선인터넷 플랫폼의 표준

WIPI는 한국무선인터넷표준화 포럼의 무선인터넷 플랫폼 표준이며, 한국정보통신기술협회(TTA)에 의해 TTA단체 표준 TTAS.KO-06.0036으로 채택된 이동통신 단말기용 응용프로그램의 실행 환경에 대한 표준 규격이다. WIPI 규격의 기술적 관리는 TTA와 한국 무선인터넷 표준화 포럼에서 주관하고 있으며, 실질적인 업무 추진과 3GPP 국제 표준화 활동에는 이동통신 3사 뿐 아니라 전파연구소와 ETRI, 한국통신기술협회에서 적극적인 지원이 이루어지고 있다.

ETRI는 3GPP 회원사로서 국내 무선인터넷 플랫폼 표준인 WIPI 규격을 2002년 5월 3GPP 캐나다 밴쿠버 회의에 기고문

(contribution) 형태로 소개해, 3GPP MExE 워킹그룹에서 WIPI의 국제 표준화 의지를 표명했으며 향후 지속적인 표준화를 추진할 예정에 있다.

WIPI규격은 플랫폼 이식성을 높이기 위한 표준화된 하드웨어 추상화 계층인 HAL(Handset Adaptation Layer)과 표준화된 플랫폼 호환성을 제공해 다양한 응용 프로그램 개발을 촉진하기 위한 기본 응용 프로그래밍 인터페이스(Basic Application Programming Interface, 이하 Basic API)로 구성된다. 플랫폼 개발언어로는 C 언어 및 자바 언어를 모두 지원하도록 규격화해, 개발자의 참여폭을 최대화했다.

또한 이동통신사업자의 서비스 차원의 차별화를 위해 규격을

필수 기능과 선택 기능으로 분류했으며, 특히 동적 API 추가/갱신 기능을 따라 차별화된 API를 동적으로 제공할 수 있도록 했다.

때문에 각 이동통신사업자들의 WIPI 표준 채택이 본격화될 경우 현재 시장에서 제공되고 있는 상이한 플랫폼의 단말기 이식 및 응용 프로그램 개발을 위한 노력과 비용의 낭비를 최소화할 수 있다는 장점이 있다.

**낮은 수준의 권장 사양으로 다양한 단말기 수용**

규격에서 항상 언급되는 것이 단말기 사양이다. 즉 어느 정도 수준의 단말기가 돼야 WIPI 플랫폼이 올라갈 수 있는가는 플랫폼 얘기가 나올 때 첫 번째로 관심을 갖는 궁금증이지만, 규격에서는 최소 권장 사양을 주로 언급하므로 지금 출시되고 있는 단말기 사양보다는 많이 낮을 수밖에 없다. 규격에 명시된 단말기 최소 권장 사양은 아래와 같다. 특정 CPU에 종속된 환경이 아니라 다양한 단말기를 모두 수용하기 위해서 아래의 최소한의 사양을 논의해 정했다.

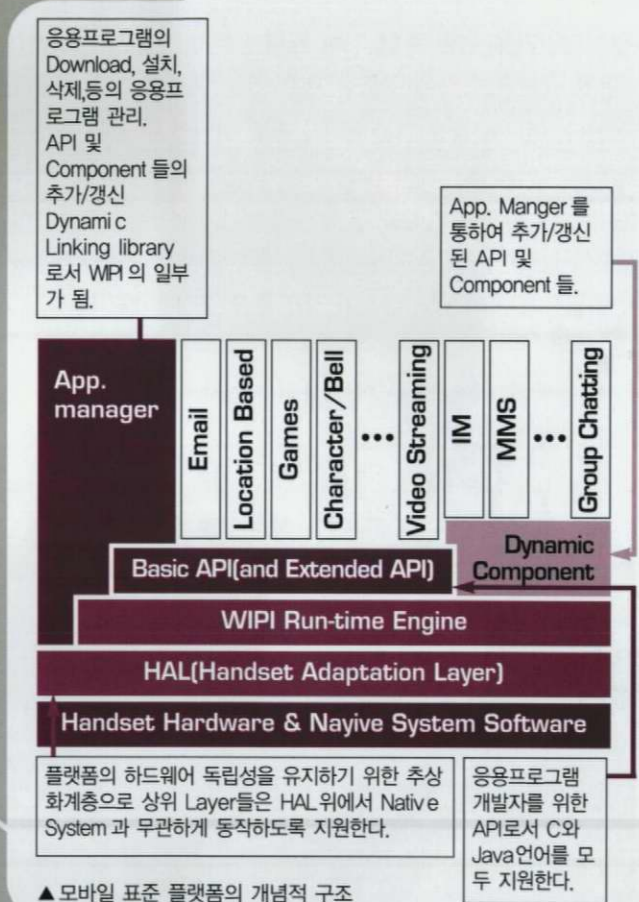
〈표1〉 WIPI 단말기 최소 권장 사양

구분	최소 권장 사양
디스플레이	· 스크린 크기 : 95×54 이상 · 색상 : 화색조 4가지 이상 또는 천연색 256가지 이상
입출력 장치	· 입력 장치 : 키패드 · 사운드 장치 : 진동 및 비프음 · 네트워크 : 무선 및 시리얼을 통한 전송
비휘발성(Non-Volatile) 메모리	· 플랫폼 라이브러리가 사용할 수 있는 비휘발성 메모리 600KB 이상 · 응용프로그램 관리자 및 기본 응용 프로그램에서 사용할 수 있는 비휘발성 메모리를 400KB 이상 · 응용프로그램이 사용 가능한 파일 시스템 공간으로 500KB 이상
휘발성(Volatile) 메모리	· 응용프로그램에서 사용 가능한 HEAP 영역으로 300KB 이상 · 플랫폼 라이브러리에서 사용 가능한 영역으로 20KB 이상

**획기적인 플랫폼 구조 채택**

WIPI 규격에서 정의하는 모바일 표준 플랫폼은 개념적으로 다음 그림과 같은 개념적 구조를 갖는다. 그림 하단에 있는 단말기 기본 소프트웨어란 간단한 단말기 운영체제와 통신 기본 기능 및 각종 디바이스 드라이버가 포함된다. 단말기 기본 소프트

웨어는 제조사에 따라 기능이나 규모가 다양할 수 있지만, 여기에 HAL 계층을 두어 플랫폼이 바라보는 단말기 소프트웨어를 추상화 할 수 있도록 했다. WIPI에서 HAL의 표준화는 3GPP에서도 획기적인 시도로 받아들이고 있다. 향후 이에 대한 논의가 심도 있게 논의 될 것으로 보인다. 응용프로그램 개발자 입장에서 바라본 플랫폼은 Basic API 계층이다.



▲ 모바일 표준 플랫폼의 개념적 구조

■ HAL(Handset Adaptation Layer)

· 플랫폼 이식에 있어서 하드웨어 독립성을 지원하기 위한 계층이다. 이를 통해 단말기에 대한 추상화가 이뤄지고, 하드웨어 독립적으로 플랫폼이 구성된다. 예를 들면 국내 CDMA 단말기의 경우 쉘 OS(REX)위에 HAL만을 포팅하면 단말기용 플랫폼이 되고, HAL만을 윈도우 환경에 포팅하면 윈도우용 에뮬레이터가 된다. 따라서 단말기 제조사가 한 번만 HAL API에 따라 구현하면 다양한 플랫폼 구현이 빠른 시간 내에 포팅되는 장점이 있다.

■ 기본 API

· 응용 프로그램 개발자가 사용하는 기본 API 모음이다. C 및 자바 API 로 구성돼 있다. C 및 자바 API 는 기능면에서 동등한

API를 제공한다. 플랫폼 규격에서는 자바 언어용 응용 프로그램도 C 언어 응용 프로그램과 마찬가지로 바이너리로 수행하도록 하기 때문에 개발자는 선호하는 언어로 개발할 수 있다. 일반적으로 자바 언어로 대부분의 응용 프로그램을 제작할 수 있고, C 언어로는 속도에 아주 민감한 각종 멀티미디어 코덱이나 보안 모듈 등을 제작할 것으로 기대된다.

**차세대 단말기를 위한 주요 기능 규격**

다음은 플랫폼이 갖추어야 할 주요 기능 규격에 대해 설명하고자 한다. 이 기능들은 기본 API를 통해 지원될 수 있는 부분과 플랫폼 내부에서 처리해야 하는 부분이 있게 된다. 이러한 기능들은 기존의 플랫폼 기능을 모두 수용하고, 기존의 플랫폼에서 적용되지 않았던 새로운 기능을 적극 수용해 차세대 단말기에서 손색이 없도록 고려했다. 다음과 같은 주요 특징을 가진다.

- 한번 콘텐츠 개발로 모든 이동 통신 사업자에 공급 가능
- 복수 개발 언어 지원
  - C 및 자바 언어로 작성된 응용프로그램의 실행 환경을 제공한다.
- 바이너리(binary) 코드 콘텐츠 다운로드 실행 - 실행 속도 향상
  - 자바 언어로 작성된 프로그램에 대해 고속의 바이너리 코드 실행 환경을 제공한다.
- 다국어 지원 기능
- 안정화된 플랫폼 보안 관리 기능
- 메모리 관리 기능
  - 압축(Memory Compaction) 기능과 함께 자동 메모리 정리(Garbage Collection) 기능을 제공한다.
  - 응용프로그램 종료시 자동으로 메모리 해제 기능을 제공한다.
- 다중 Application 동시 수행 - 통신 기능 제공
  - 다중 응용프로그램의 동시 실행 환경을 제공
  - 다중 응용프로그램간 통신 기능을 제공한다.
- 다운로드에 의한 동적 공유 라이브러리를 지원함에 따라, 동적으로 API를 추가/갱신하는 기능을 제공(선택 규격)

**각 언어의 장점 수용한 응용프로그램 머신 코드 규격**

WIPI는 기존의 다양한 플랫폼의 기능을 수용하기 위해 C 언어와 자바 언어를 위한 규격을 모두 지원한다.

C 언어로 작성된 바이너리 형태의 응용프로그램은 성능이 우수하다는 장점이 있다. WIPI는 C 언어 프로그램의 이러한 장점을 자바 언어에도 동일하게 적용하기 위해, 자바 언어의 중간코드인 바이트 코드를 게이트웨이를 통해 안전한 서버에서 머신

코드 형태로 바꾼 뒤 다운로드 되는 것을 가정하고, 머신 코드로 수행해야 됨을 규격에서 정하고 있다. 그리고 세부 머신 코드 규격은 추후 정의할 수 있도록 했다. 즉 머신 코드는 규격으로 정의하지 않고 플랫폼 구현 업체가 개발할 때 최고의 성능을 고려해서 자유롭게 설계해 경쟁을 할 수 있도록 했으며, 추후 가장 안정되고 성능이 우수한 구현 솔루션이 있을 경우 합의를 거쳐 이를 표준으로 채택할 수도 있다는 여지를 남겨 둔 것이다.

**복수 프로그래밍 언어 및 다국어 지원**

WIPI는 기존의 C 언어 응용프로그램과 자바 언어 응용프로그램을 모두 수용하기 위해서 복수 프로그래밍 언어를 지원한다. 플랫폼의 C 언어 지원을 보면, 기본 API에 정의된 C 언어용 API와 C 언어 문맥(Semantic)을 지원하도록 했다. 단말기의 제한된 환경을 고려해 플랫폼은 방대한 표준C 라이브러리 중에서 주요 함수를 필수적으로 지원해야 함을 명시하고 있다.

자바 언어 지원의 경우는 기본 API에 정의된 자바 언어용 API와 자바 언어 문맥(Semantic)을 지원하도록 했다. 자바언어 응용프로그램이 머신 코드로 수행되지만, 자바 언어가 가지고 있는 모든 문맥을 지원한다.

또한 WIPI는 유니코드를 지원하며, 로케일 설정을 지원해 지역에 적합한 언어와 기호를 표시할 수 있도록 지원한다. 그리고 유니코드를 확장해 지역 언어에 따라 추가 될 수 있는 그래픽 문자를 정의한다.

유니코드 지원을 위해 플랫폼은 자바 응용프로그램을 위해 유니코드를 지원해야 하며, 입출력시 문자열은 지역 특성에 맞게 해당되는 문자 코드로 변환하도록 돼 있다. 한국의 경우는 유니코드 문자열과 EUC\_KR 문자셋(Character Set) 문자열로 상호 변환해야 한다.

또 로케일 지원을 위해 플랫폼은 C 응용프로그램에 대해 지역 정보(locale)에 따라 참조해 지원하는 문자셋으로 인식해야 한다. 한국의 경우는 EUC\_KR 문자셋을 이용하도록 한다. C 응용프로그램에서 유니코드를 지역 문자셋으로 상호 변환하는 API를 제공한다.

한편, EUC\_KR 문자셋에는 유니코드에 대응되지 않는 그래픽 문자가 있는데, WIPI는 이를 지원하기 위해 유니코드 사양에서 Private Use(0xE000-0xF8FFF) 영역을 사용하는 확장된 유니코드를 사용할 수 있도록 했다. 이에 대한 상세 내역은 규격서의 부속서에 정의했다.

**3가지 단계의 플랫폼 보안 수준 정의**

단말기에는 보호되어야 할 개인 정보 데이터가 있으며, 항상 통화 대기 상태를 유지해야 되므로 응용프로그램이 사용하는 플랫폼의 API와 단말기 내의 데이터에 대해서 접근 권한을 명확히 지정해 관리해야 한다. 플랫폼은 다음의 세 단계의 보안수준을 정의한다.

보안수준	접근 허용범위
일반(PUBLIC) 수준	가장 낮은 수준의 보안 레벨로, 보통 신뢰할 수 없는 일반 개발자가 제공하는 응용프로그램에 적용된다. 따라서 이 수준에서는 단말기에 영향을 미치거나, 개인 정보 등에 접근을 막도록 한다.
콘텐츠 개발자 (CP) 수준	이미 알려진 CP들은 어느 정도 신뢰할 수 있다고 보고, 단말기에 심각한 영향을 미치지 않는 범위 내에서 접근을 허용하도록 한다.
시스템(System) 수준	완전히 신뢰할 수 있는 것으로 보고, 모든 접근을 허용하도록 한다.

▷ API 보안

WIPI는 API별 보안 지원을 위해서 특정 API 그룹을 보안 대상 그룹으로 구분해 해당 그룹별로 보안 수준을 지정하도록 돼 있다. 플랫폼은 이때 각 그룹에 대해서 다음의 접근 수준을 지정할 수 있다.

- NO ACCESS : 허용하지 않음.
- READ ONLY : 읽기만 허용함.
- WRITE ONLY : 쓰기만 허용함.
- READ/WRITE : 읽기, 쓰기 모두 허용함.

API 그룹의 접근 수준과 보안 수준 설정에 대한 정책은 이동통신사에 의해 플랫폼 이식 시점에 결정돼 적용되게 된다.

▷ 디렉토리 보안

플랫폼은 다음의 세 가지 디렉토리 접근 방식을 지원하도록 돼 있다.

첫째, 개인 디렉토리(Private Directory) : 응용프로그램 관리자를 제외하고는 해당 응용프로그램 자신만이 접근할 수 있는 디렉토리이다.

둘째, 응용프로그램 공유 디렉토리(Application Shared

Directory) : 이미 서로 합의된 응용프로그램들 간에 공유하기 위한 디렉토리이다.

셋째, 시스템 공유 디렉토리(System Shared Directory) : 응용프로그램에 관계없이 공유되는 디렉토리이다.

▷ 서비스 보안

서비스시 보안을 위해 자바 언어로 개발된 응용프로그램들의 경우는 코드레벨의 안정성 및 보안성을 확인할 수 있는 방법을 적용한다. 또한 신뢰할 수 있는 모든 응용프로그램은 응용프로그램 명세 파일과 실행 코드에 서명을 받도록 하는 방법을 적용한다.

효율적인 메모리 관리 요구

플랫폼은 제한된 메모리를 가지고 있고, 다중 응용프로그램이 수행되고 있으므로 효율적인 메모리 관리 기능이 요구된다. 따라서 WIPI는 응용프로그램이 사용하는 메모리를 다음과 같이 관리하도록 했다.

■ 자동 메모리 해제

하나의 응용프로그램이 종료되면, 해당 프로그램과 관련된 모든 메모리는 플랫폼에 반환해야 한다. 따라서 이벤트 등 각종 동적으로 사용된 메모리는 자동으로 모두 반환해야만 하도록 돼 있다.

■ 메모리 컴팩션(Compaction)

플랫폼에서 동적으로 사용하는 메모리를 할당/해제 할 때 메모리 단편화(fragmentation)를 줄이기 위해 메모리 컴팩션을 하도록 돼 있다. 이 기능은 호출하는 것이 아니라 플랫폼에서 자동으로 수행된다.

■ 자바 가비지 컬렉션(Garbage Collection)

플랫폼은 자바 언어 문맥에 따라 가비지 컬렉션을 지원하도록 돼 있다. 즉 콘텐츠 개발자는 메모리 관리를 신경쓰지 않아도 되므로 매우 편리한 기능이지만, 빠른 메모리 확보를 위해 개발자가 가비지 컬렉션을 호출할 수도 있다.

■ 자바 스택(Stack)

플랫폼은 자바 응용프로그램별로 스택을 할당/해제 할 수 있어야 하며, 각 응용프로그램별 스택의 크기를 동적으로 변화시킬 수 있도록 했다. 자바 응용프로그램이 메모리 한계를 넘는 스택 할당 요청을 했을 경우 플랫폼은 예외 상황(exception)을 응용프로그램에 전달해야 하며, 예외상황 발생 후 플랫폼은 정상 동작하도록 돼 있다.

■ 공유 메모리 지원

응용프로그램들이 사용하는 메모리는 서로 독립적이어야 하고, 플랫폼은 응용프로그램 간에 공유할 수 있는 메모리를 지원하도록 했다. 단 C 언어로 응용프로그램을 개발할 경우는 포인터를 사용하는 언어적 특성 때문에 응용프로그램들간 메모리의 독립성이 유지되지 않으므로 예외로 했다. 플랫폼은 공유하는 모든 응용프로그램이 종료될 경우 자동으로 공유 메모리를 해제하도록 돼 있다.

**응용프로그램 관리 지침**

응용프로그램 생명주기 및 다운로드 관리에 대해서는 다음의 기능을 플랫폼에서 제공하도록 한다. 별도의 API로 규격을 정하지 않지만 다음의 기능을 제공해 응용프로그램을 관리한다.

우선 관리 기능에서는 응용프로그램 수행시 날짜 제한, 회수 제한 설정에 따라 기동 여부를 판단해야 한다. 또한 응용프로그램 설치/삭제 기능을 제공해야 하며, 응용프로그램 정지 기능을 제공할 수 있다. 여기서 정지 기능이란 실행 프로그램만 삭제하고 관련 데이터 파일을 남겨 뒤 추후 다시 프로그램을 설치하면 이전 데이터를 활용할 수 있도록 하는 기능이다. 이외에도 API 추가/갱신 기능을 제공할 수 있으며, 응용프로그램 강제 종료 기능을 제공해야 한다.

응용프로그램 다운로드 기능에서는 플랫폼은 응용프로그램을 다운로드받는 기능을 지원하고, 다운로드 중 오류가 발생할 경우 초기 상태로 복구해야 한다. 무선망뿐만 아니라 시리얼 인터페이스를 통한 다운로드 기능이 지원하도록 돼 있으며, 시리얼 인터페이스를 통한 다운로드 기능의 경우 콘텐츠 개발자들이 비싼 통신료를 지불하지 않고도 개발 과정에서는 유선망을 통해 다운로드해 개발할 수 있으므로 편리하게 사용될 수 있다.

**API 추가/갱신 지원(선택 규격)**

WIPI 플랫폼은 API를 무선망을 통해서 추가/갱신할 수 있다. 추가/갱신 된 API는 지속적으로 유지돼야 하며, 이를 지원하기 위해 플랫폼은 API 추가/갱신에 따른 버전 관리 및 설치/삭제 기능을 갖도록 돼 있다. 플랫폼이 무선망을 통한 API 추가/갱신이 가능하도록 구현할 경우 규격의 부속서에 명시한 API 규격에 따라 지원해야 하며, 추가/갱신된 API에 대해서도 API 보안수준 정책을 동일하게 적용하도록 했다.

API 추가/갱신 지원 기능을 통해 다음의 서비스 시나리오가 가능할 것으로 기대된다.

- 동적으로 API의 추가/갱신을 지원함으로써 차별화된 API의

확장이 가능

- 멀티미디어 코덱이나 보안 모듈 등을 동적 라이브러리 형태로 개발 가능
- 사용자의취향에 따른 모든 UI 컴포넌트를 동적으로 변경 가능
- 플랫폼이 출시된 후 버그 패치 혹은 기능 추가가 가능

**다중 응용프로그램 수행 가능**

WIPI 플랫폼은 동시에 여러 개의 응용프로그램이 메모리에 적재돼 수행될 수 있는 환경을 지원하고 여러 개의 응용프로그램을 동시에 실행할 수 있도록 했다. 또한 여러 개의 응용프로그램간 실행 우선순위를 두고 매 순간 실행 가능한 가장 높은 우선순위의 응용프로그램을 실행하도록 했다.

여러 응용프로그램을 수행할 경우 각 응용프로그램은 독립적으로 수행돼야 하며, 독립적인 응용프로그램간의 통신을 지원하기 위해 공유 메모리와 이벤트를 전달할 수 있는 방법을 제공하도록 했다.

이 기능이 구현되면 단말기에서 주소록을 보다가 주소록 내에서 e-mail을 보내고자 할 때 바로 메일 전송 응용프로그램을 기동하고 주소록 내에 저장된 e-mail 주소를 전달받아 메일을 보낼 수 있으며, 메일을 보낸 후 종료하면 다시 주소록 상태로 돌아올 수 있는 기능이 가능하게 된다. 또한 이 기능을 응용하게 되면 마치 PC상의 Alt+TAB키에 의한 응용프로그램 전환이 일어나듯이 동일한 기능이 단말기에서도 실행될 수 있게 된다.

**WIPI 규격의 향후 과제**


표준화의 궁극적인 목적은 콘텐츠의 재사용과 상호호환을 가능하게 해 전체적인 효율성 증대에 있으며, 무선인터넷 시장을 확장해 나가는데 그 궁극적인 목적이 있다. 이러한 기대에 부응하기 위해서는 WIPI 규격의 지속적인 업그레이드가 필요하다.

한국무선인터넷표준화포럼 산하 모바일표준특별분과와 한국통신기술협회 차세대 이동통신 프로젝트 그룹에서는 공동으로 이동통신 사업자, 단말기제조사 및 플랫폼 솔루션 업체와 더불어 신규 부가 장치에 따른 API 추가, 신규 서비스 및 유무선 연동 서비스에 필요한 API 추가, 이동통신 사업자간 콘텐츠 조회/다운로드 및 과금 방식의 표준화, 기타 신규 제안 등의 항목에 대해 WIPI 규격 업그레이드 작업을 계획하고 있다.

WIPI 플랫폼의 규격은 정의됨과 동시에 참조 구현을 통해 이미 검증이 됐다. 현재는 플랫폼 규격에 따라 구현한 WIPI 플랫폼이 일부 상용 서비스되고 있으며 콘텐츠 개발자나 일반인들도 WIPI 플랫폼의 특성에 관심이 더해 가고 있다.



그러나 정통부에서 각 사업자에게 이 플랫폼 통합을 권유하고 있지만 각 사업자의 포맷을 유지하고 있는 상태이다. WIPI로의 통합이 이루어진다면 CP 콘텐츠 사업자측에서는 핸드폰 사업자에 상관없이 단독 서버로 서비스가 가능하며, 콘텐츠 개발이 가속화 될 것으로 예상된다. 하지만 아직은 각 사업자가 자신들의 플랫폼을 유지하기 때문에 전망이 밝다고 할 수는 없는 실정이다.

하지만 통합화만 이루어 낸다면 콘텐츠 개발이 가속화돼 가면서 콘텐츠 시장이 지금보다 더 활성화되고 성장해 나갈 것이다. 

〈참고 문서〉

- 모바일 표준 플랫폼 규격 1.0-0416
- 모바일표준플랫폼 규격 TTAS.KO-06.0036
- WIPI Emulator 평가판 0.9.9.0
- 3GPP TS22.057
- WIPI-MANUAL-에뮬레이터 for Win32 0.9.0
- 마이크로 소프트웨어 10월호

〈참고 URL〉

- <http://www.kwisforum.org/> -무선 인터넷 표준화 포럼
- <http://www.tta.or.kr> -한국정보통신 기술협회(TTA)
- <http://www.mobilejava.co.kr/>